

JP Publication No. 2001-308457

[0027]

Furthermore, by forming a p-type electrode 6 annularly as shown in Fig. 1, it becomes possible to take out light efficiently from an opening portion 8.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-308457  
 (43)Date of publication of application : 02.11.2001

(51)Int.CI. H01S 5/18  
 H01L 33/00  
 H01S 5/343

(21)Application number : 2000-122720 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

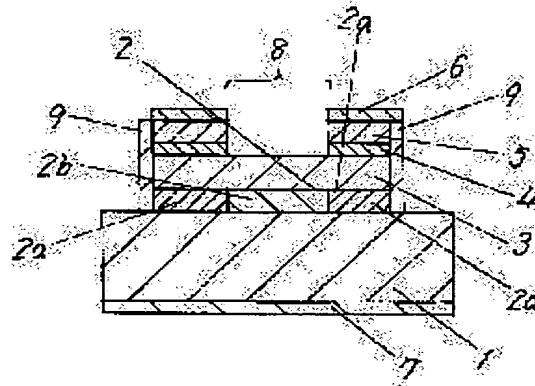
(22)Date of filing : 24.04.2000 (72)Inventor : NAKAYAMA HISASHI  
 ISHINO MASATO

## (54) SEMICONDUCTOR FACE LIGHT EMITTING ELEMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the structure of a semiconductor light emitting element with excellent single wavelength performance and a low threshold and high efficiency.

**SOLUTION:** This semiconductor face light emitting element is provided with an active layer 4 and a photonick crystal 2 formed near the active layer 4. The photonick crystal 2 is formed of a first area 2a constituted by two-dimensionally arranging refractivity bodies 2c with equal intervals, and a second area 2b constituted by two-dimensionally arranging refractivity bodies 2c with equal intervals different from the intervals of the refractivity bodies 2c.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-308457

(P2001-308457A)

(43)公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 01 S 5/18  
H 01 L 33/00  
H 01 S 5/343

識別記号

F I  
H 01 S 5/18  
H 01 L 33/00  
H 01 S 5/343

テマコード(参考)  
5 F 0 4 1  
A 5 F 0 7 3  
B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願2000-122720(P2000-122720)

(22)出願日 平成12年4月24日 (2000.4.24)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 中山 久志

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 石野 正人

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

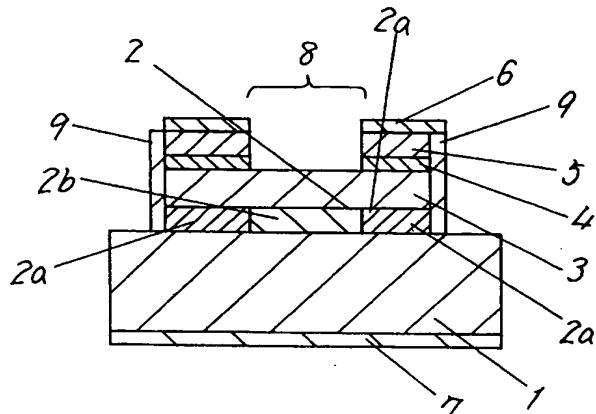
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体面発光素子

(57)【要約】

【課題】 単一波長性にすぐれた低しきい値、高効率な半導体発光素子の構造を提供することを目的とする。

【解決手段】 活性層4と、活性層4の近傍に形成されたフォトニック結晶2とを備え、フォトニック結晶2は、屈折率体2cを2次元に等間隔に並べて構成される第1の領域2aと、屈折率体2cの間隔とは異なる間隔で屈折率体2cを2次元に等間隔に並べて構成される第2の領域2bとを形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】活性層と、前記活性層の近傍に形成されたフォトニック結晶とを有し、前記フォトニック結晶は、屈折率体を2次元に等間隔に並べて構成される第1の領域と、前記屈折率体の間隔とは異なる間隔で屈折率体を2次元に等間隔に並べて構成される第2の領域とを有することを特徴とする半導体面発光素子。

【請求項2】前記第1の領域内では、前記屈折率体が、前記活性層から発した光を前記フォトニック結晶内に回折するための1次の周期で配列され、前記第2の領域内では、前記屈折率体が、前記活性層から発した光を前記フォトニック結晶の正面にほぼ垂直な方向に回折するための2次の周期で配列されていることを特徴とする請求項1に記載の半導体面発光素子。

【請求項3】前記活性層または前記フォトニック結晶の端面に反射膜が形成されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の半導体面発光素子。

【請求項4】前記電極が環状に構成されていることを特徴とする請求項4記載の半導体面発光素子。

【請求項5】前記屈折率体の周囲が空気で満たされていることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の半導体面発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信、光情報処理などに用いられる半導体面発光素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、光通信、光記録読み出し素子などに用いられる半導体発光素子の需要は高まり、GaAs系、InP系、さらには窒化物混晶を主材料とするものの研究開発が進められている。

【0003】半導体発光素子の中でも指向性、単色性に優れる半導体レーザは、光通信や、光ディスク装置などの新しい応用分野に用いられてきている。

【0004】光通信の分野においては、通信に用いられる光ファイバーに波長分散が存在するため半導体レーザの単色性が、重視されている。また半導体レーザにはコヒーレンスという優れた特長がありこの性質が多くの産業分野で用いられている。

【0005】中でも、半導体面発光素子は、光ファイバへ光を導入する際、直接結合が容易であり、またチップ検査の際ウエハ検査が可能な点から、低コスト光発光素子として期待されている。

【0006】従来の半導体面発光素子は、DBRミラー等の層厚を精密に制御した積層構造を必要とすることから作製が困難でありコスト上昇の原因となる。

【0007】そこで、面内に一様な周期で、一定の屈折率を有する円柱状物を三角格子状に配置したフォトニック結晶を用いて、活性層からの発光の一部をフォトニッ

ク結晶の正面に平行な面内に回折させ、発光の一部を垂直に回折させて取り出しを行う二次の周期のフォトニック結晶を備えた半導体面発光素子が知られている。

【0008】次に、従来の半導体面発光素子について説明する。

【0009】図4は、従来の半導体面発光素子の断面を示すものである。図4において、InPからなる基板401上に、光を回折するためのInPからなるフォトニック結晶402、n型InPクラッド層403、1.3μm近傍の光発光層であるInGaAsP系材料の多量子井戸からなる活性層404、p型クラッド層405が順次形成されている。ここで、フォトニック結晶402は、円柱状の微小なInPからなる屈折率体を2次元に等間隔に配置して構成されるものであり、隣り合う屈折率体同士の距離は、活性層404から発する光の半波長の2倍、つまり、屈折率体は2次の周期で配置されている。但し、波長とは、半導体面発光素子内における波長であり、真空中での光の波長1.3μmを半導体面発光素子の実効屈折率2.8で除した値である。半導体面発光素子の下端面、上端面には、それぞれ電極406、電極407が形成されている。なお、電極407は、円盤状の電極である。これらの電極406、電極407から活性層404に電流を流すことにより、活性層404を発光させる。

【0010】活性層404で発光した光は、フォトニック結晶402において一部が垂直に回折され、電極407の周囲から、活性層404に正面に対して垂直な方向に放射している。

## 【0011】

【0011】【発明が解決しようとする課題】従来の半導体面発光素子において、二次の周期のフォトニック結晶402による光の回折を利用してするために、フォトニック結晶402の正面に平行な面内への光の回折が少なく、光の閉じ込め効果が小さいために、動作電流のしきい値が高く、十分な性能が得られないという問題があった。

【0012】また、フォトニック結晶402を用いた半導体面発光素子において電流を狭帯していないために活性層404に効率よく電流を注入することができないという課題があった。

【0013】本発明は、しきい値が低く、効率のよい半導体面発光素子を提供することを目的とする。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体面発光素子は、活性層と、前記活性層の近傍に形成されたフォトニック結晶とを有し、前記フォトニック結晶は、屈折率体を2次元に等間隔に並べて構成される第1の領域と、前記屈折率体の間隔とは異なる間隔で屈折率体を2次元に等間隔に並べて構成される第2の領域とを有するものである。

【0015】本発明により、フォトニック結晶の正面に

平行な面内への光の回折量を調整し、光の閉じ込め効果を調整することができる。

【0016】例えば、フォトニック結晶として、2次元平面状に三角格子状に一定の屈折率を有する円柱状の屈折率体が周期的に配列された構造を採用すれば、六方対称に光が回折し合う構成となり、回折された光がフォトニック結晶で構成された面内で周回することにより半導体面発光素子内に光の閉じ込めを実現し、屈折率体の周期の小さい領域で、フォトニック結晶の主面に平行な方向への光の閉じ込めを強くし、屈折率体の周期の大きい領域で、フォトニック結晶の主面に垂直な方向への光の取り出しを図ることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】次に、発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

【0018】図1は、本発明の実施の形態における半導体面発光素子の断面を示すものである。図1において、n型InPで構成された基板1上に、厚さ200nmのフォトニック結晶2、厚さ150nmのn型InPで構成された下部クラッド層3、組成波長1.3μmのInGaAsPで構成されたリング状の多重量子井戸活性層4、厚さ400nmのp型InPで構成されたリング状の上部クラッド層5、リング状のp型電極6が順次形成されている。また、基板1の裏面には、n型電極7が形成されている。ここで、フォトニック結晶2は、リング状の第1の領域2aと、第1の領域2aに囲まれた第2の領域2bで構成されている。

【0019】このフォトニック結晶2について詳細に説明する。

【0020】図2は、基板1の一部と、その上に形成されたフォトニック結晶2の一部を表す要部斜視図である。基板1上には、直径0.08μm、高さ0.2μmの円柱状のInPからなる屈折率体2cが三角格子状に配置されており、屈折率体2cの集合がフォトニック結晶2を構成している。屈折率体2c同士の間隔は、第1の領域2aにあっては、活性層4から発する光の波長

(1.33μm)の1/2を半導体面発光素子の実効屈折率2.8で割った値(=0.23μm:一次の周期)であり、第2の領域2bにあってはその2倍(=0.46μm:二次の周期)である。

【0021】屈折率体2cの周りの媒質は空気である。屈折率体2cを構成するInPと、その周囲の空気との間の屈折率差は2以上に大きく設定されているため、光の回折がより効率良く行われる。

【0022】図3は、フォトニック結晶2の平面図を示すものである。先述の通り、第1の領域2aはリング状であり、その外径は50μm、内径は10μmである。また、第2の領域2bの外形は、10μmである。

【0023】次に、本実施の形態における半導体面発光素子の動作について説明する。

【0024】p型電極6およびn型電極7に電圧を印加することにより、活性層4に電流を流す。これにより活性層4で光が発生し、その光は、フォトニック結晶2の第1の領域2a内でフォトニック結晶2の主面に平行な面内で、60度の整数倍に相当する方向毎に回折しながら増幅される。そして、その光はフォトニック結晶2の第2の領域2bにおいて、フォトニック結晶2の主面に垂直な方向にも多く回折され、リング状のp型電極6等の開口部8から射出される。このような開口部8により、光が減衰することなく出射するため、高効率化が実現できる。

【0025】本実施の形態における半導体面発光素子では、フォトニック結晶2の第1の領域2aにおける屈折率体2cが、第2の領域2bにおける屈折率体2cよりも小さな間隔で設けられているため、フォトニック結晶2の主面に平行な面内への光の回折が大きく、光の閉じ込め効果が大きいために、動作電流のしきい値を低減することができる。

【0026】さらに、図1に示すように、活性層4またはフォトニック結晶2の端面に反射膜9を形成することにより、フォトニック結晶2の第1の領域2aから外部へ漏れ出す光を低減して光の閉じ込め効果がさらに大きくなる。

【0027】さらに、図1に示すように、p型電極6を環状に形成することにより、開口部8から効率的に光を取り出すことができる。

【0028】また、図1に示すように、活性層4に開口部8が形成されているために、活性層4の面積は小さく、したがってよりしきい値の小さい半導体面発光素子を提供することができる。

【0029】また、フォトニック結晶2の屈折率体2cの周期に相当する单一波長での発振が得られることから、半導体面発光素子の単色性が向上する。

【0030】また、基板1の垂直方向に光を射出することから、ウエハ検査が可能な構造でありコスト面において優れた構造である。

【0031】なお、本実施の形態は、InGaAsP系の材料を用いているが、InPやInGaAs等、他の材料を用いても同様の効果が得られる。

【0032】

【発明の効果】以上のように、本発明の半導体面発光素子は、フォトニック結晶の強い回折効果を利用し、第1の領域における面内回折と第2の領域における垂直方向回折を利用することにより、低しきい値、高効率な半導体面発光素子を提供する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における半導体面発光素子の断面図

【図2】同半導体面発光素子のフォトニック結晶の要部斜視図

【図3】同半導体面発光素子のフォトニック結晶の平面図

【図4】従来の半導体面発光素子の断面図

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 フォトニック結晶
- 3 下部クラッド層

4 活性層

5 上部クラッド層

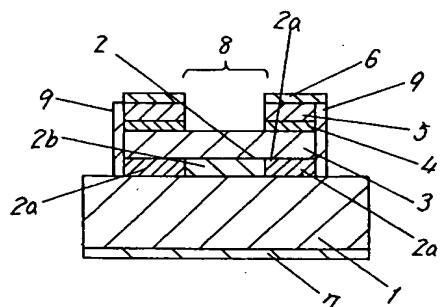
6 p型電極

7 n型電極

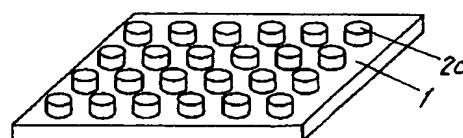
8 開口部

9 反射膜

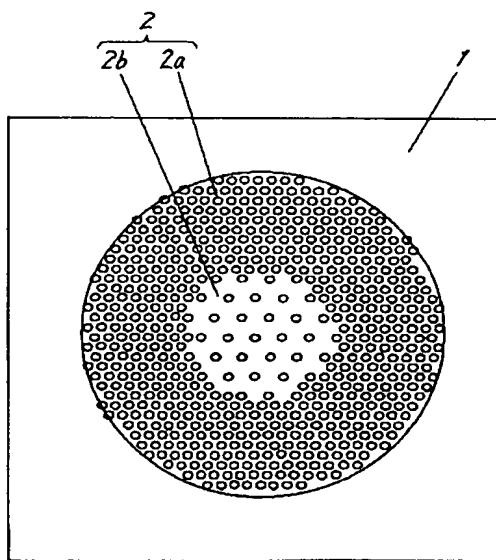
【図1】



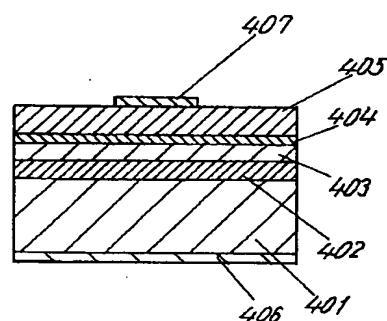
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F041 AA03 CA05 CA12 CA34 CA39  
 EEO1 EE23 EE25 FF14  
 5F073 AA51 AA66 AA74 AA83 AA89  
 AB16 CA12